



(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 1 S 3/133

H 0 1 S 3/133

H 0 4 B 10/14

H 0 4 B 9/00

S

10/06

E

10/04

H 0 4 J 14/00

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平9-292228

(22) 出願日

平成9年(1997)10月24日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 芹澤 秀幸

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株

式会社日立製作所情報通信事業部内

(74) 代理人 弁理士 富田 和子

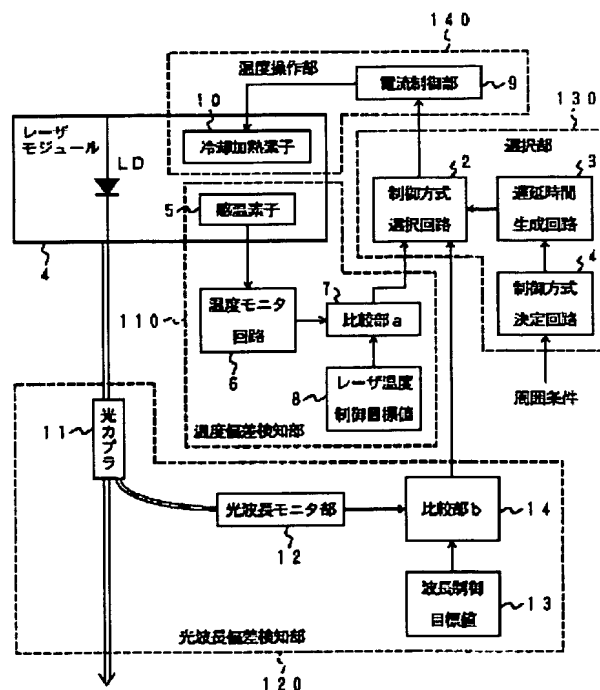
(54) 【発明の名称】 光波長安定制御装置

(57) 【要約】

【課題】 周囲条件によらずいかなる場合においても長期的に光出力波長を高精度で高安定化させることができる光波長安定制御装置を提供する。

【解決手段】 レーザモジュール4のレーザ温度制御目標値に対する温度偏差を温度偏差検知部110によって検知し、レーザモジュール4出力の波長制御目標値に対する光波長偏差を光波長偏差検知部120によって検知し、温度偏差および光波長偏差のうち一方を周囲条件に応じた選択を選択部130によって行い、選択した偏差が小さくなるように、レーザモジュール4の温度を温度操作部140によって操作する。

図 5



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザから出力される光波長を安定化するための光波長安定制御装置において、  
レーザから出力される光波長の変動要因となるパラメータの1つの、予め定められた目標値に対する第1の制御偏差を検知するためのパラメータ偏差検知手段と、  
レーザから出力される光波長の予め定められた目標値に対する第2の制御偏差を検知するための光波長偏差検知手段と、

上記第1および第2の制御偏差のうち一方の制御偏差を選択するための選択手段と、

上記選択された制御偏差が小さくなるように、上記パラメータの1つを操作するための操作手段とを有することを特徴とする光波長安定制御装置。

【請求項2】 請求項1記載の光波長安定制御装置において、

上記パラメータの1つは、レーザの温度であることを特徴とする光波長安定化装置。

【請求項3】 請求項1記載の光波長安定制御装置において、

上記パラメータの1つは、レーザが駆動される駆動電流であることを特徴とする光波長安定化装置。

【請求項4】 請求項1から3のいずれか一項記載の光波長安定制御装置において、

上記選択手段は、上記光波長偏差検知手段によって上記第2の制御偏差が安定して検知される場合、上記第1の制御偏差を選択し、そうでない場合、上記第2の制御偏差を選択することを特徴とする光波長安定制御装置。

【請求項5】 レーザと感温素子と冷却加熱素子とを搭載したレーザモジュールから出力される光波長を安定化するための光波長安定制御装置において、

上記光波長を安定化するための第1および第2の波長安定制御手段と、

上記第1および第2の波長安定制御手段のうち一方を、周囲条件に応じて選択するための選択手段とを有し、

上記第1の波長安定制御手段は、

上記感温素子よりレーザの温度をモニタするための温度モニタ回路と、

該温度モニタ回路出力値とレーザ温度制御目標値との差を検知するための第1の比較部と、

検知された目標値との差が零となるように上記冷却加熱素子に流す電流値を決定するための第1の電流制御手段とを有し、

上記第2の波長安定制御手段は、

レーザモジュールの光出力を分岐するための光カプラと、

分岐された出力光の光波長をモニタするための光波長モニタ部と、

モニタされた光出力波長値と波長制御目標値との差を検

知するための第2の比較部と、

検知された目標値との差が零となるように上記冷却加熱素子に流す電流値を決定するための第2の電流制御手段とを有することを特徴とする光波長安定制御装置。

【請求項6】 請求項5記載の光波長安定制御装置において、

上記第1および第2の電流制御手段は、上記第1および第2の波長安定制御手段に共通の電流制御部により実現されることを特徴とする光波長安定制御装置。

10 【請求項7】 請求項5および6のいずれか一項記載の光波長安定制御装置において、

上記選択手段は、上記第1および第2の波長安定制御手段の一方の選択を周囲条件の変化に応じて変更する際に、周囲条件の変化に対して、予め定められた遅延時間において変更を行うことを特徴とする光波長安定制御装置。

【請求項8】 請求項5から7のいずれか一項記載の光波長安定制御装置において、

上記レーザモジュールは、光送信器に搭載され、

20 上記光送信器から出力される光を伝送するための光伝送システムに、上記光波長安定制御装置の少なくとも一部が配置されることを特徴とする光波長安定制御装置。

【請求項9】 複数の異なる波長の光を送信するための光波長多重送信器において、

共通のヒートシンクに取り付けられた複数のレーザダイオードと、

上記ヒートシンクの温度を予め定められた温度に制御するための温度制御部と、

上記各レーザダイオードの発振波長をそれぞれ検知するための光センサと、

30 上記複数のレーザダイオードの各々を駆動するための駆動電源と、

上記検知される各レーザダイオードの発振波長を、各レーザダイオードにそれぞれ定められる目標波長に近づけるように、上記駆動電源が各レーザダイオードを駆動する電流をそれぞれ制御するための電流制御部とを有し、  
上記電流制御部は、上記複数のレーザダイオードのうちいずれかが光出力を停止しているとき、および、光出力を開始してから予め定められた時間が経過していないとき、当該レーザダイオードの駆動電流を予め定められた目標電流に近づけるように制御することを特徴とする光波長多重送信器。

【請求項10】 複数の異なる波長の光を送信するための光波長多重送信器において、

複数のレーザダイオードと、

上記複数のレーザダイオードをそれぞれ駆動するための駆動電源と、

上記複数のレーザダイオードの各々の発振波長をそれぞれ検知するための光センサと、

50 上記複数のレーザダイオードの各々の温度をそれぞれ検

知するための温度センサと、

上記各レーザダイオードについて、当該レーザダイオードの発振波長が安定して検知されるとき、検知される発振波長を該レーザダイオードに定められた目標波長に近づけるように該レーザダイオードの温度を制御し、かつ、そうでないとき、当該レーザダイオードの温度を、レーザダイオードごとに予め定められた温度に制御するための温度制御部とを有することを特徴とする光波長多重送信器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光源から出力される光波長を安定化するための光波長安定制御装置に係り、特に、いかなる周囲条件においても光出力波長を安定化することに好適な光波長安定制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、通信サービスのマルチメディアに伴い、基幹伝送である光伝送システムの高速度大容量化が推し進められている。光伝送システムの高速度大容量化を実現する手段として光波長多重伝送が注目されている。

【0003】この光波長多重伝送では、異なる光波長にそれぞれの信号を割り当てることによって複数のチャネルを共通の伝送路で伝送している。従って、光波長多重伝送では、隣接波長の光に対する干渉を少なくすることが、チャネル間の干渉を避けるために要求される。このため、光波長を高精度に安定化させることが求められている。

【0004】光送信器から出力される光波長が変動する要因としては、例えば、レーザ素子の温度変動とレーザ駆動電流変動との2つが挙げられる。

【0005】従来、出力される光波長を安定化するために、レーザ素子の温度を一定に保つことにより光波長の安定化を図る方式、出力される光の光波長をモニタして、その光波長を安定化する制御方式などがとられている。以下に、図1および図2を参照して、これらの方式について説明する。

【0006】まず、図1を参照して、レーザ素子の温度を一定に保つことにより光波長の安定化を図る方式について説明する。

【0007】図1において、光送信器は、レーザダイオード(LD)共に、感温素子5および冷却加熱素子10が搭載されているレーザモジュール4と、上記感温素子5を用いてレーザダイオードの温度をモニタするための温度モニタ回路6と、レーザダイオードの温度を制御すべきレーザ温度制御目標値を設定するための目標値設定回路8と、上記温度モニタ回路6によってモニタされる温度の値および上記目標値設定回路8によって設定された目標値を比較するための比較部a7と、上記比較部a7における比較の結果に基づいて上記冷却加熱素子10

に与える電流を制御するための電流制御部9とを有して構成されている。

【0008】このような光送信器では、感温素子5および温度モニタ回路6によりモニタされるレーザ温度と、設定回路8で設定されたレーザ温度制御目標値との差が、比較部a7で検知され、電流制御部9に送られる。電流制御部9では、検知された差が零となるように電流値を決定し、決定した電流値で冷却加熱素子10を駆動する。

10 【0009】このような温度制御により、レーザ素子(この場合は、レーザダイオード)の温度が一定に保たれ、レーザ素子から出力される光の波長が安定化される。

【0010】同様の制御方式としては、特開昭57-186383号公報に記載される半導体レーザ装置がある。

【0011】次に、図2を参照して、出力される光の光波長をモニタして、その光波長を安定化する制御方式について説明する。

20 【0012】図2において、光送信器は、レーザダイオード(LD)共に、感温素子5および冷却加熱素子10が搭載されているレーザモジュール4と、上記レーザダイオードから出力される光を分岐するための光カプラ11と、分岐された光の一方を受光し、その波長をモニタするための光波長モニタ部12と、光波長を制御すべき波長制御目標値を設定するための目標値設定回路13と、上記光波長モニタ部12でモニタされる光波長の値および上記目標値設定回路13によって設定された目標値を比較するための比較部b14と、比較部b14における比較の結果に基づいて上記冷却加熱素子10に与える電流を制御するための電流制御部9とを有して構成されている。

30 【0013】このような光送信器では、レーザモジュール4から出力される光の波長が、光波長モニタ部12においてモニタされる。モニタされた波長と設定回路13で設定された波長制御目標値との差が、比較部b14により検知され、電流制御部9に送られる。電流制御部9では、検知された差が零となるように電流値を決定し、決定した電流値で冷却加熱素子10を駆動する。同様の制御方式としては、1997年電子情報通信学会総合大会予稿集B-10-215, P724に記載の制御回路がある。

40 【0014】この方式では、波長そのものをモニタするため、レーザ素子温度変動やレーザ駆動電流の変動に起因する波長変動を抑圧することができる。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】一般に、レーザを長期間運転すると、経時劣化による出力変動が生じる。このため、自動出力制御(Auto Power Control; APC)回路によって、出力変動を抑えるようにレーザ駆動電流が制御されている。ところが、レーザから出力される光波長

50 は、レーザ駆動電流の変動によっても変化する。

【0016】このため、レーザからの光出力波長は、上述したレーザ素子の温度を一定に保つことにより光波長の安定化を図る方式では、図3に示すように変動する。

【0017】図3において、レーザ運転期間が短い場合は、レーザダイオード(LD)駆動電流が一定と見なせる。この範囲では、周囲温度の変化によりレーザダイオードの温度が変動しても、これを一定の目標値(レーザ温度制御目標値)とするように、電流制御部9(図1参照)からの出力が制御され、この出力電流により冷却加

$$\Delta\lambda = \alpha \cdot \{I(t_n) - I(t_0)\}$$

$\alpha$  ; レーザ駆動電流一波長変動変換定数

$I(t_0)$  ; 初期時間 $t_0$ におけるレーザ駆動電流値

$I(t_n)$  ; 時間 $t_n$ だけ経過したときのレーザ駆動電流値

この波長変動量 $\Delta\lambda$ はレーザダイオードの温度に依らずに発生するため、この制御方式では、上記波長変動分を補正することはできない。

【0020】また、温度を一定にするためのフィードバック制御では、一般に、操作(冷却加熱)に対する応答(温度変化)の遅延が大きいため、フィードバックゲインを大きくすると、フィードバックループが発振することがある。このため、フィードバックゲインを小さくしなければならない。制御の誤差は、フィードバックゲインの逆数に比例するため、レーザ温度は、必ずしも高い精度で一定にはならないことがある。従って、この制御方式では、光波長を安定化する制御を高精度化することは困難である。

【0021】これに対して、レーザから出力される光の光波長をモニタして、その光波長を安定化する制御方式では、出力される光波長をモニタし、その変動を抑えるようにレーザ温度を制御するため、レーザ駆動電流値が

変動しても、光波長を安定化することができる。従って、レーザが経時劣化するような長い期間においても、波長を安定化することができる。

【0022】また、光の波長は、高速かつ高精度にモニタすることができるので、波長を高い精度で安定化することができる。

【0023】しかし、この制御方式では、波長モニタ値が零または不安定となる場合、制御目標値との波長差が大きいと認識され、電流制御部9(図2参照)は、レーザ素子を過剰に加熱、冷却する出力電流値を冷却加熱素子10に与えてしまう。これによって、レーザ素子を破壊もしくは劣化させてしまう可能性がある。

【0024】波長モニタ値が零または不安定となる要因としては、例えば、光波長モニタ部12(図2参照)に導入される光出力が小さくなること、および、レーザモジュール4(図2参照)から出力される光波長が不安定になることが挙げられる。従って、光出力停止信号入力時、光カプラ11以降における光出力断発生時、電源電圧投入時の波長不安定状態時などには、波長モニタ値が

零または不安定となり、レーザ素子を破壊もしくは劣化

\*熱素子10(図1参照)が駆動される。従って、短期的には光出力波長は安定化されている。

【0018】レーザ運転期間が長くなり、レーザの経時劣化によりAPC回路によってレーザ駆動電流 $I(t)$ が増減してしまうことがある。この場合、レーザ駆動電流増減に起因する波長変動量 $\Delta\lambda$ は、次の(式1)のように表される。

【0019】

…(式1)

させるような温度制御を行う可能性がある。

【0025】例えば、図4に示すように、光出力停止信号が入力された時、LD駆動電流が停止し、レーザからの光出力が小さくなる。このような状態では、光波長モニタ部12(図2参照)の出力は、波長が0である状態を示す。すると、比較部b14(図2参照)から出力される波長差の値は、max値となり、電流制御部9(図2参照)の出力電流値もmax値となる。このため、冷却加熱素子10(図2参照)によって、レーザモジュール4(図2参照)は、加熱または冷却されすぎて、破壊または劣化を引き起こしてしまう。

【0026】上述したように、レーザ温度を一定に保つ方式では、レーザ駆動電流の変化に伴う、光波長の変動を補正することはできないという問題がある。また、光波長値をモニタしてくる方式では、周囲条件によっては波長モニタが不安定になるため、レーザを破壊または劣化させる虞があるという問題がある。

【0027】本発明の第1の目的は、周囲条件によらずいかなる場合においても長期的に光出力波長を高精度で高安定化させることができる高精度光波長安定制御装置を提供することにある。

【0028】また、本発明の第2の目的は、周囲条件によらずいかなる場合においても、チャネルごとのレーザ波長が干渉することが避けられる光波長多重送信器を提供することにある。

【0029】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的を達成するために、本発明の第1の態様によれば、レーザから出力される光波長を安定化するための光波長安定制御装置において、レーザから出力される光波長の変動要因となるパラメータの1つの、予め定められた目標値に対する第1の制御偏差を検知するためのパラメータ偏差検知手段と、レーザから出力される光波長の予め定められた目標値に対する第2の制御偏差を検知するための光波長偏差検知手段と、上記第1および第2の制御偏差のうち一方の制御偏差を選択するための選択手段と、上記選択された制御偏差が小さくなるように、上記パラメータの1つを操作するための操作手段とを有することを特徴とする光波長安定制御装置が提供される。

【0030】本発明の第2の形態によれば、レーザと感

温素子と冷却加熱素子とを搭載したレーザモジュールから出力される光波長を安定化するための光波長安定制御装置において、上記光波長を安定化するための第1および第2の波長安定制御手段と、上記第1および第2の波長安定制御手段のうち一方を、周囲条件に応じて選択するための選択手段とを有し、上記第1の波長安定制御手段は、上記感温素子よりレーザの温度をモニタするための温度モニタ回路と、該温度モニタ回路出力値とレーザ温度制御目標値との差を検知するための第1の比較部と、検知された目標値との差が零となるように上記冷却加熱素子に流す電流値を決定するための第1の電流制御手段とを有し、上記第2の波長安定制御手段は、レーザモジュールの光出力を分岐するための光カプラと、分岐された出力光の光波長をモニタするための光波長モニタ部と、モニタされた光出力波長値と波長制御目標値との差を検知するための第2の比較部と、検知された目標値との差が零となるように上記冷却加熱素子に流す電流値を決定するための第2の電流制御手段とを有することを特徴とする光波長安定制御装置が提供される。

【0031】また、上記第2の目的を達成するための、本発明の第3の態様によれば、複数の異なる波長の光を送信するための光波長多重送信器において、共通のヒートシンクに取り付けられた複数のレーザダイオードと、上記ヒートシンクの温度を予め定められた温度に制御するための温度制御部と、上記各レーザダイオードの発振波長をそれぞれ検知するための光センサと、上記複数のレーザダイオードの各々を駆動するための駆動電源と、上記検知される各レーザダイオードの発振波長を、各レーザダイオードにそれぞれ定められる目標波長に近づけるように、上記駆動電源が各レーザダイオードを駆動する電流をそれぞれ制御するための電流制御部とを有し、上記電流制御部は、上記複数のレーザダイオードのうちいずれかが光出力を停止しているとき、および、光出力を開始してから予め定められた時間が経過していないとき、当該レーザダイオードの駆動電流を予め定められた目標電流に近づけるように制御することを特徴とする光波長多重送信器が提供される。

【0032】本発明の第4の態様によれば、複数の異なる波長の光を送信するための光波長多重送信器において、複数のレーザダイオードと、上記複数のレーザダイオードをそれぞれ駆動するための駆動電源と、上記複数のレーザダイオードの各々の発振波長をそれぞれ検知するための光センサと、上記複数のレーザダイオードの各々の温度をそれぞれ検知するための温度センサと、上記各レーザダイオードについて、当該レーザダイオードの発振波長が安定して検知されるとき、検知される発振波長を該レーザダイオードに定められた目標波長に近づけるように該レーザダイオードの温度を制御し、かつ、そうでないとき、当該レーザダイオードの温度を、レーザダイオードごとに予め定められた温度に制御するための

温度制御部とを有することを特徴とする光波長多重送信器が提供される。

### 【0033】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。

【0034】まず、図5および図6を参照して、本発明の第1の実施の形態について説明する。本実施の形態では、光波長を制御するための制御方式を2つ備え、これらのうちから一方の制御方式を周囲条件に応じて選択する。

【0035】図5において、本実施の形態の光波長安定制御装置は、レーザ温度の制御目標値に対する偏差を検知するための温度偏差検知部110と、レーザから出力される光波長の制御目標値に対する偏差を検知するための光波長偏差検知部120と、周囲条件に応じて制御方式を決定して、その制御方式に対応する偏差検知部を温度偏差検知部110および光波長偏差検知部120のうちから選択するための選択部130と、上記選択部130により選択された偏差検知部から出力される偏差に応じてレーザ温度を操作するための温度操作部140とを有して構成される。

【0036】上記温度偏差検知部110は、予め定められたレーザ温度制御目標値に対する、レーザ素子温度の偏差を検出するためのものである。この偏差は、レーザ素子温度を一定に保つ制御方式に用いられる。温度偏差検知部110は、レーザダイオード(LD)と共にレーザモジュール4に搭載されている感温素子5と、感温素子5を用いてレーザダイオードの温度をモニタするための温度モニタ回路6と、レーザダイオードの温度を制御すべきレーザ温度制御目標値を設定するための目標値設定回路8と、上記温度モニタ回路6によってモニタされる温度の値および上記目標値設定回路8によって設定された目標値を比較するための比較部a7とを有して構成される。

【0037】上記光波長偏差検知部120は、予め定められた波長制御目標値に対する、レーザから出力される光の波長の偏差を検出するためのものである。この偏差は、レーザから出力される光の光波長をモニタして、その光波長を安定化する制御方式に用いられる。光波長偏差検知部120は、レーザモジュール4上のレーザダイオード(LD)から出力される光を分岐するための光カプラ11と、分岐された光の一方を受光し、その波長をモニタするための光波長モニタ部12と、光波長を制御すべき波長制御目標値を設定するための目標値設定回路13と、上記光波長モニタ部12でモニタされる光波長の値および上記目標値設定回路13によって設定された目標値を比較するための比較部b14とを有して構成される。光波長モニタ部12としては、例えば、波長計、バンドパスフィルタを用いた波長ロックを使用すること

【0038】上記選択部130は、レーザの周囲条件に応じて制御方式を決定し、その制御方式に対応する偏差を選択して上記温度操作部140に与えるためのものである。選択部130は、周囲条件を読み込み、読み込んだ周囲条件に基づいて制御方式を決定するための制御方式決定回路1と、各制御方式の応答時間、温度制御の応答時間などを考慮して予め定められた遅延時間に応じて、制御方式の切り替えを遅延させるための遅延時間生成回路3と、決定された制御方式に対応して制御方式を選択するための制御方式選択回路2とを有して構成される。本実施の形態における制御方式選択回路2では、決定された制御方式を示す信号を制御方式決定回路1から遅延時間生成回路3を介して受け付け、受け付けた信号が示す制御方式に用いられる偏差を出力する偏差検知部を上記温度偏差検知部110および光波長偏差検知部120のうちから選択し、選択した検知部からの出力を度操作部140に与える。なお、遅延時間生成回路3としては、例えば、ロウパスフィルタ等を用いて構成することができる。また、制御方式選択回路2は、例えば、アナログスイッチ等を用いて構成することができる。さらに、制御方式決定回路1と遅延時間生成回路3とを統合してマイコンを使用しても実現可能である。

【0039】上記温度操作部140は、上記選択部130によって選択された制御方式に従ってレーザダイオードの温度を操作するためのものである。温度操作部140は、レーザダイオード(LD)共にレーザモジュール4に搭載される冷却加熱素子10と、上記選択部130によって選択された制御方式に従って、上記冷却加熱素子10に与える電流を制御するための電流制御部9とを備えて構成される。

【0040】次に、本実施の形態における光波長安定制御装置の動作について説明する。

【0041】まず、2つの制御方式のうちの一方向である、レーザ温度一定制御の状態における動作について説明する。この制御方式では、レーザモジュール4に内蔵された感温素子5を用いて温度モニタ回路6によりレーザ温度がモニタされる。温度モニタ回路6からの出力値とレーザ温度制御目標値8との差を比較部a7で検知し、電流制御部9では、この検知された目標値との差が零となるように、レーザモジュール4に内蔵された冷却加熱素子10に流す電流値を決定し駆動する。これによって、レーザ素子(LD)の温度は一定に保たれる。従って、短期的には高精度で波長安定は得られる。レーザ素子温度はレーザ出力光に関係なくモニタすることができるため、電源投入時や光出力停止信号入力時、カプラ以降での光出力断時であっても、制御は安定して行われる。

【0042】次に、制御方式の他方である、光波長をモニタして、光波長を一定にする制御の状態における動作について説明する。この制御方式では、レーザモジュール

4の光出力を光カプラ11で分岐し、分岐された出力光の光波長を光波長モニタ部12によりモニタし、モニタされた光出力波長値と波長制御目標値13との差を比較部b14により検知する。検知された目標値との差が零となるよう電流制御部9により該レーザモジュール4に内蔵された冷却加熱素子10に流す電流値を決定し駆動する。これにより、レーザから出力される光波長が安定化される。この制御方式においては、波長そのものがモニタされるため、レーザ素子温度変動やレーザ駆動電流の変動に起因する波長変動を抑圧することができる。従って、長期的に高精度な波長安定化が達成できる。ただし、光波長のモニタが困難である場合、例えば、電源投入時や光出力停止信号入力時、カプラ以降での光出力断時には、誤動作をする可能性がある。

【0043】本光波長安定制御装置では、電源投入時や光出力停止信号入力時、カプラ以降での光出力断時には、上記レーザ温度一定制御の制御方式を、それ以外の場合には、上記光波長をモニタして、光波長を一定にする制御方式を適用する。これによって、いかなる周囲条件であっても光波長を高精度で安定化することが可能となる。

【0044】次に、図6を参照して、上記選択部130における制御方式の選択について説明する。

【0045】本発明の高精度光波長安定制御装置では、周囲条件を制御方式決定回路1にて読み込む。制御方式決定回路1は、電源投入時や光出力停止信号入力時、カプラ以降での光出力断時等の条件により、Highレベルの信号およびLowレベルの信号のいずれかを選択して出力する。High/Lowレベル信号が入力された遅延時間生成回路3は、既に入力されている状態の信号をある一定時間出力した後、入力されたHigh/Lowレベル信号を出力する。これにより各制御方式の応答時間、もしくは、冷却加熱素子10の応答時間に対応した制御方式の切り替えが可能となる。制御方式選択回路2では、入力された信号がLowレベルの時には短期波長変動に有効であり、電源投入時や光出力停止信号入力時、カプラ以降での光出力断時でも波長安定化できる、レーザ素子温度を一定に保つ制御方式を選択し、Highレベル入力時には長期的に波長を高精度に安定化でき、レーザの経時劣化による波長変動等を補正可能な、波長モニタ制御方式を選択する。

【0046】本実施の形態では、周囲条件として、電源の状態(電源電圧Vs)、光出力を停止する信号の有無(SD)、光出力の状態(OPT)について、下記のように論理記号に設定した。

【0047】

## 11

$V_s$  ; 電源電圧 ON = 1  
           電源電圧 OFF = 0  
 $SD$  ; 光出力停止信号 ON = 1  
           光出力停止信号 OFF = 0  
 $OPT$  ; 光出力正常時 = 1  
           光出力断時 = 0

このとき、上記信号が制御方式決定回路 1 に入力された \*  
数 1

## 12

\* 場合の制御方式決定回路 1 出力は、(式 2) の論理式で表される。  
 【0048】  
 【数 1】

$$\text{制御方式決定回路出力} = \overline{SD + V_s + OPT}$$

(式 2)

【0049】例えば、光出力停止信号 ON 時には、(式 2) より制御方式決定回路 1 出力は Low レベルとなり、制御方式選択回路 2 は光出力停止信号入力時でも波長を安定化できるレーザ素子温度を一定に保つ制御方式を選択し、波長を安定に保つことができる。

【0050】さらに、長期安定時においては、電源電圧 ON、光出力停止信号 OFF、光出力正常であるから

(式 2) より、制御方式決定回路 1 出力は High レベルとなり、制御方式選択回路 2 は長期的に波長を安定化でき、レーザの経時劣化による波長変動等を補正可能な波長モニタ制御方式を選択し、波長を高精度で安定に保つことができる。

【0051】以降、電源投入時、光出力断時も同様に動作することにより、いかなる周囲条件においても光出力波長を高精度で安定化させることができる。

【0052】本実施の形態によれば、上記レーザ素子温度を一定に保つ制御方式の場合、短期的には高精度で波長安定は得られ、かつレーザ出力光には関係ないため、電源投入時や光出力停止信号入力時、カプラ以降での光出力断時に有効であり、波長モニタ制御方式では、波長そのものをモニタするため、レーザ素子温度変動やレーザ駆動電流の変動に起因する波長変動を抑圧することができる点から、長期的に高精度な波長安定化が達成できる。これにより、安定化を実現するだけでなく高精度の波長安定化制御が達成できる。

【0053】また、電流制御部 9 が制御方式によらず共通化されているため、制御方式ごとに電流駆動部を備えなくもよい。従って、回路規模の小型化が図れる。

【0054】さらに、遅延時間生成回路 3 により、制御方式選択回路 2 と制御方式決定回路 1 との間に制御方式を切り替える時間に遅延を持たせることができる。これによって、制御方式の切り替え時間を任意に設定できるため、採用した制御方式の応答速度、冷却加熱素子 10 の応答速度に対応した制御方式選択が可能となる。

【0055】このような光波長安定制御装置を備えた光送信器を複数併設することにより、周囲条件によらずいかなる場合においても、チャネルごとのレーザ波長が干

渉することが避けられる光波長多重送信器を構成することができる。

【0056】次に、図 7 を参照して、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。本実施の形態は、温度一定制御に代えて、駆動電流一定制御を、制御方式の 1 つに用いることにおいて第 1 の実施の形態と相違する。以下、相違点を中心に説明する。

【0057】図 7 において、本実施の形態の光波長安定制御装置は、レーザ駆動電流の制御目標値に対する偏差を検知するための電流偏差検知部 210 と、レーザから出力される光波長の制御目標値に対する偏差を検知するための光波長偏差検知部 220 と、周囲条件に応じて制御方式を決定して、その制御方式に対応する偏差検知部を電流偏差検知部 210 および光波長偏差検知部 220 のうちから選択するための選択部 230 と、上記選択部 230 により選択された偏差検知部から出力される偏差に応じてレーザ駆動電流を操作するための駆動電流制御部 15 とを有して構成される。

【0058】上記電流偏差検知部 210 は、予め定められたレーザ駆動電流制御目標値に対する、レーザ駆動電流の偏差を検出するためのものである。この偏差は、レーザ駆動電流を一定に保つ制御方式に用いられる。電流偏差検知部 210 は、レーザダイオード (LD) が駆動されている電流をモニタするための駆動電流モニタ回路 18 と、レーザを駆動すべきレーザ駆動電流制御目標値を設定するための目標値設定回路 17 と、上記駆動電流モニタ回路 18 によってモニタされる駆動電流の値および上記目標値設定回路 17 によって設定された目標値を比較するための比較部 c16 とを有して構成される。

【0059】上記光波長偏差検知部 220 は、予め定められた波長制御目標値に対する、レーザから出力される光の波長の偏差を検出するためのものである。この偏差は、レーザから出力される光の光波長をモニタして、その光波長を安定化する制御方式に用いられる。光波長偏差検知部 220 は、第 1 の実施の形態における光波長偏差検知部 120 (図 5 参照) と同様に構成されるので詳細な説明は省略する。



【0060】上記選択部230は、レーザの周囲条件に応じて制御方式を決定し、その制御方式に対応する偏差を選択して上記駆動電流制御部15に与えるためのものである。選択部230は、第1の実施の形態における選択部130（図5参照）と同様に構成されるので詳細な説明は省略する。本実施の形態における選択部230は、周囲条件に応じて決定した制御方式に用いられる偏差を出力する偏差検知部を上記駆動電流偏差検知部210および光波長偏差検知部220のうちから選択し、選択した検知部からの出力を駆動電流制御部15に与える。

【0061】上記駆動電流制御部15は、上記選択部130によって選択された制御方式に従ってレーザダイオードを駆動する駆動電流を操作するためのものである。

【0062】次に、本実施の形態における光波長安定制御装置の動作について説明する。

【0063】まず、2つの制御方式のうち的一方である、レーザ駆動電流一定制御の状態における動作について説明する。この制御方式では、レーザモジュール4が駆動される駆動電流が駆動電流モニタ回路18によりモニタされる。駆動電流モニタ回路18からの出力値とレーザ駆動電流制御目標値17との差を比較部c16で検知し、駆動電流制御部15では、この検知された目標値との差が零となるように、レーザ素子(LD)を駆動する電流値を決定し駆動する。これによって、レーザ駆動電流は一定に保たれる。従って、短期的には高精度で波長安定は得られる。レーザ駆動電流はレーザ出力光に関係なくモニタすることができるため、電源投入時や光出力停止信号入力時、カプラ以降での光出力断時であっても、制御は安定して行われる。

【0064】制御方式の他方である、光波長をモニタして、光波長を一定にする制御の状態における動作は、第1の実施の形態と同様に行われるので、ここでの説明は省略する。

【0065】本光波長安定制御装置では、電源投入時や光出力停止信号入力時、カプラ以降での光出力断時には、上記レーザ駆動電流一定制御の制御方式を、それ以外の場合には、上記光波長をモニタして、光波長を一定にする制御方式を適用する。これによって、いかなる周囲条件であっても光波長を高精度で安定化することが可能となる。

【0066】このための制御方式の決定および選択は、選択部230で行われる。選択部230における制御方式の決定および選択は、第1の実施の形態と同様に行われるので、このでの説明は省略する。

【0067】なお、本実施の形態における光波長安定制御装置は、レーザ温度を一定に制御するための温度制御部250を更に備えることができる。レーザ温度が一定に制御された状態で、レーザ駆動電流の制御を行うことができる。このため、光波長のレーザ温度依存する変動

を避けた状態で、レーザ駆動電流の制御を制御することにより光波長の安定化を行うことが可能となる。従って、単純な制御内容で、高精度に光波長を安定化することができる。

【0068】本実施の形態によれば、上記駆動電流を一定に保つ制御方式の場合、光波長は短期的には安定化され、かつレーザ出力光には関係ないため、電源投入時や光出力停止信号入力時、カプラ以降での光出力断時に有効であり、波長モニタ制御方式では、波長そのものをモニタするため、レーザ素子温度変動やレーザ駆動電流の変動に起因する波長変動を抑圧することができる点から、長期的に高精度な波長安定化が達成できる。これにより、安定化を実現するだけでなく高精度の波長安定化制御が達成できる。

【0069】また、駆動電流制御部15が制御方式によらず共通化されているため、制御方式ごとに電流駆動部を備えなくもよい。従って、回路規模の小型化が図れる。

【0070】さらに、遅延時間生成回路3により、制御方式選択回路2と制御方式決定回路1との間に制御方式を切り替える時間に遅延を持たせることができる。これによって、制御方式の切り替え時間を任意に設定できるため、採用した制御方式の応答速度に対応した制御方式選択が可能となる。

【0071】このような光波長安定制御装置を備えた光送信器を複数併設することにより、周囲条件によらずいかなる場合においても、チャネルごとのレーザ波長が干渉することが避けられる光波長多重送信器を構成することができる。特に、本実施の形態は、複数のレーザが共通のヒートシンクに取り付けられる場合には、温度制御部を共通化することができ、光波長多重送信器全体を小型化することができる。また、ヒートシンク相互の熱流遮断を省略しても、高精度で光波長を安定化することができる。

【0072】

【発明の効果】本発明によれば、光出力停止信号入力時や光出力断時、電源電圧投入時等の短期的波長変動において、または、レーザ経時劣化による駆動電流増加に起因する長期的波長変動においても、波長安定化が可能な制御方式を常に選択することができる。このため、光出力波長の安定制御が達成できる。

【0073】また、制御方式として、レーザ素子温度一定制御方式と、波長モニタ制御方式とを備えるならば、レーザ素子温度一定制御方式が選択される場合、短期的には高精度で波長安定が実現され、かつ、レーザ出力光に関係なく制御が実行可能であるため、電源投入時、光出力停止信号入力時、カプラ以降での光出力断時などに有効である。そして、波長モニタ制御方式が選択される場合、波長そのものをモニタするため、レーザ素子温度変動やレーザ駆動電流の変動に起因する波長変動を抑圧

することができ、長期的に高精度な光波長安定化が達成できる。従って、安定化が実現されるだけでなく、高精度の波長安定化制御が達成できる。

【0074】さらに、電源制御部を制御手段によらず共通化することにより、制御方式ごとに電流駆動部を備えなくともよいため、回路規模の小型化が図れる。

【0075】また、制御方式を切り替える時間に遅延を持たせることができるため、制御方式の切り替え時間を任意に設定することができる。従って、採用される制御方式の応答速度、冷却加熱素子の応答速度などに対応した制御方式選択が可能となる。

【0076】そして、機能の少なくとも一部を光伝送システム内に配置することにより、光送信器部分を小型化することが可能となり、かつ、高精度高安定な光出力波長安定制御が達成できる。

【0077】また、このような光波長安定制御を行うレーザを複数併設することにより、周囲条件によらずいかなる場合においても、チャンネルごとのレーザ波長が干渉することが避けられる光波長多重送信器を構成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 従来の、レーザ温度を一定に保つ方式の光波長安定化制御装置の構成を示すブロック図である。

【図2】 従来の、光波長値をモニタしてくる光波長安定化制御構成例を示すブロック図である。

【図3】 従来の、レーザ温度を一定に保つ光波長安定化制御時の動作模式図である。

【図4】 従来の、波長値をモニタしてくる光波長安定化制御時の動作模式図である。

【図5】 本発明を適用した高精度光波長安定制御装置の構成例を示すブロック図である。

【図6】 本発明が適用されたときの光波長安定制御動作模式図である。

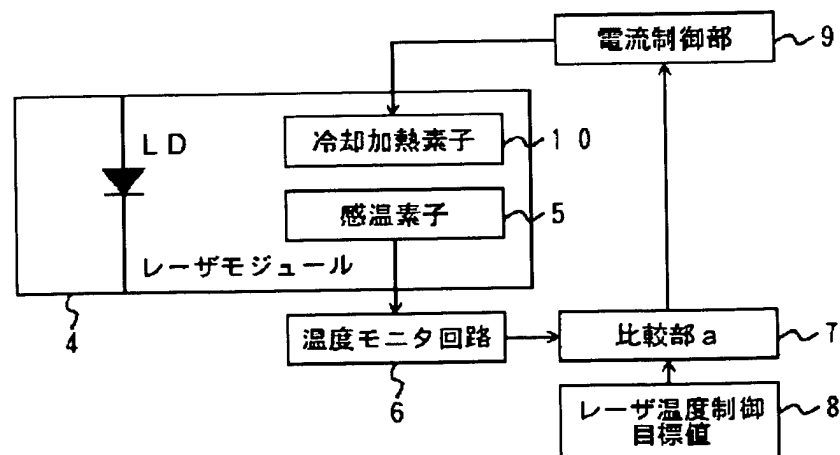
【図7】 本発明を適用した高精度光波長安定制御装置の他の構成例を示すブロック図である。

#### 【符号の説明】

- 1…制御方式決定回路
- 2…制御方式選択回路
- 3…遅延時間生成回路
- 4…レーザモジュール
- 5…感温素子
- 6…温度モニタ回路
- 7…比較部 a
- 8…レーザ温度制御目標値
- 9…電流制御部
- 10…冷却加熱素子
- 11…光カブラ
- 12…光波長モニタ部
- 13…波長制御目標値
- 14…比較部 b
- 15…駆動電流制御部
- 16…比較部 c
- 17…レーザ駆動電流制御目標値
- 110…温度偏差検知部
- 120…光波長偏差検知部
- 130…選択部
- 140…温度操作部
- 210…電流偏差検知部
- 220…光波長偏差検知部
- 230…選択部
- 250…温度制御部

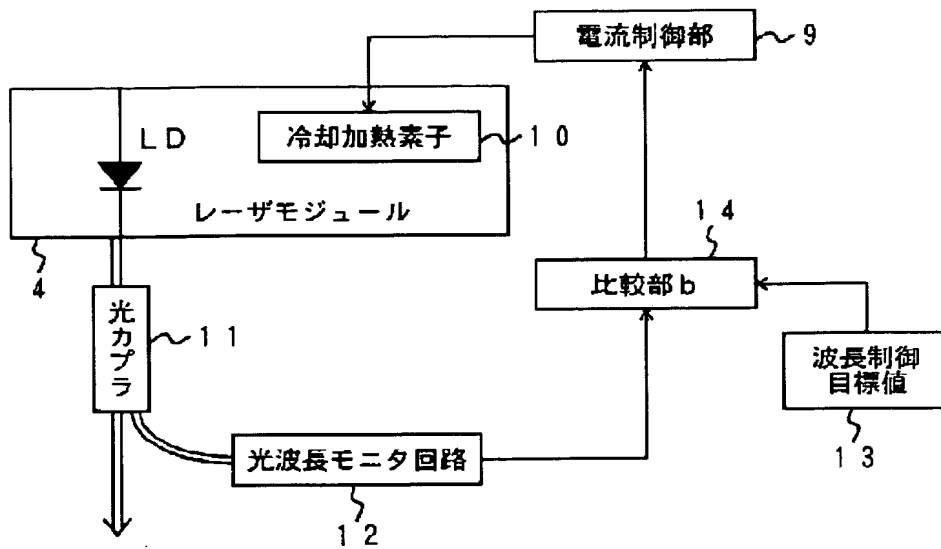
【図1】

図 1



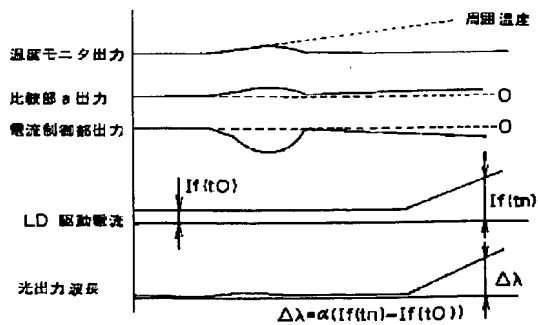
【図 2】

図 2



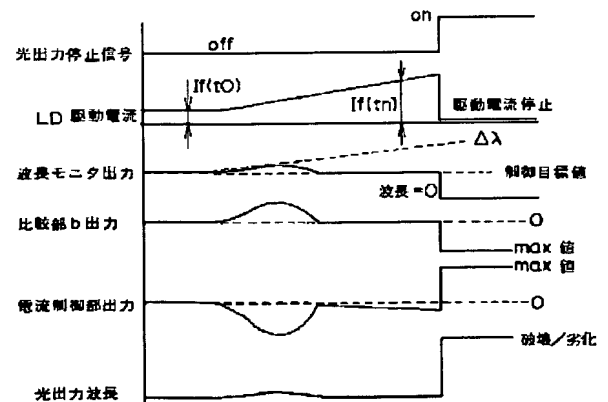
【図 3】

図 3



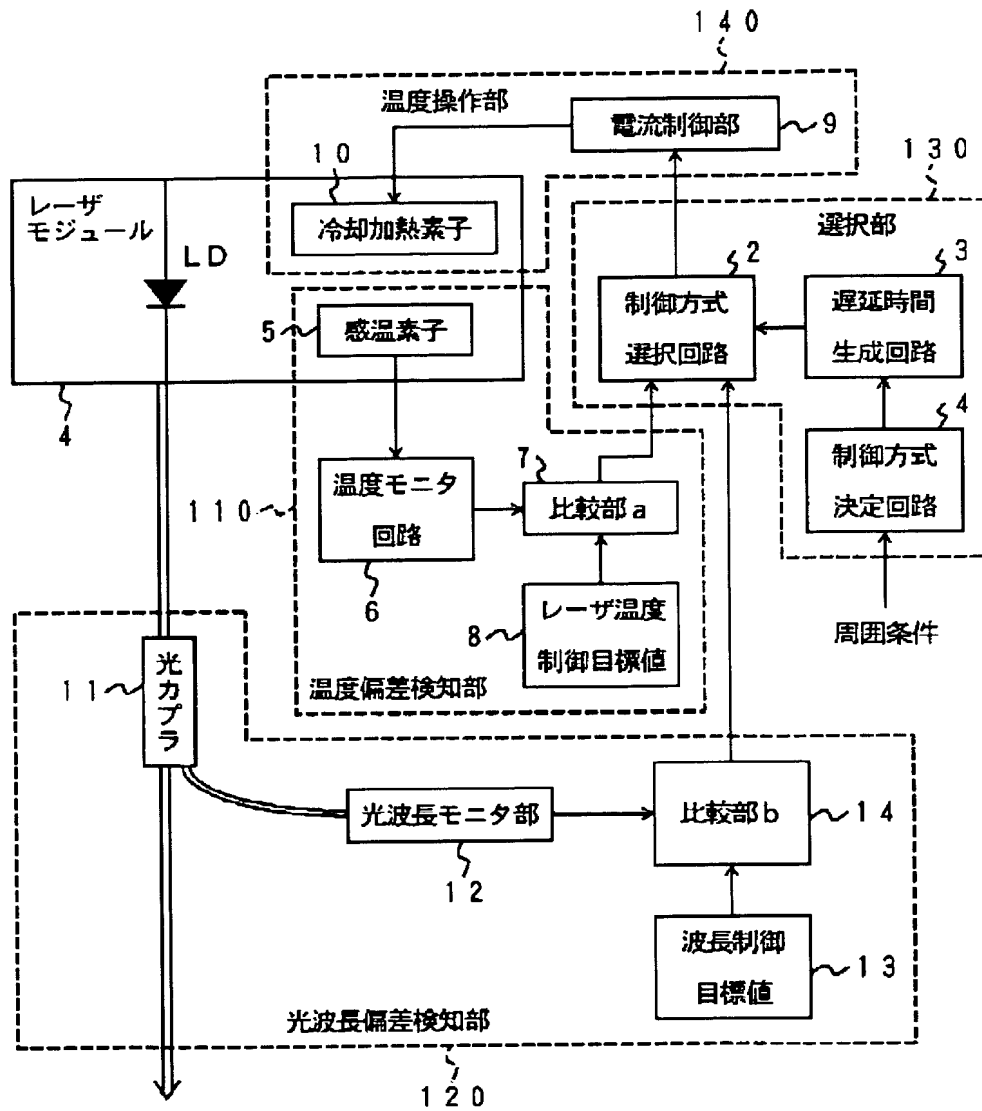
【図 4】

図 4



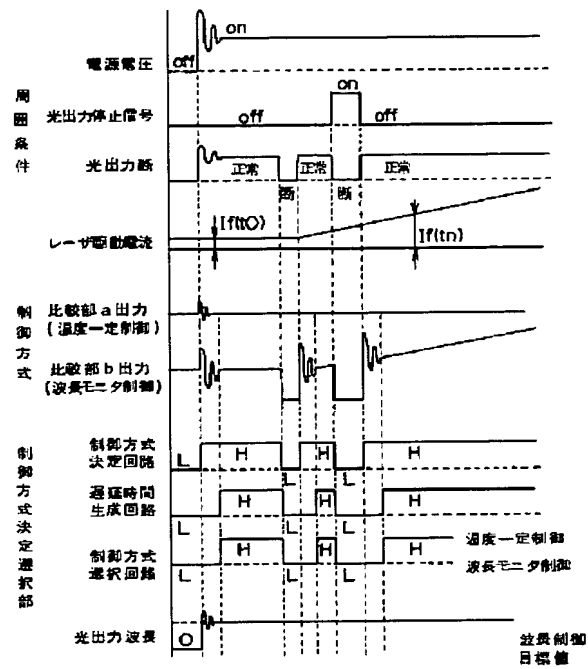
【図 5】

図 5



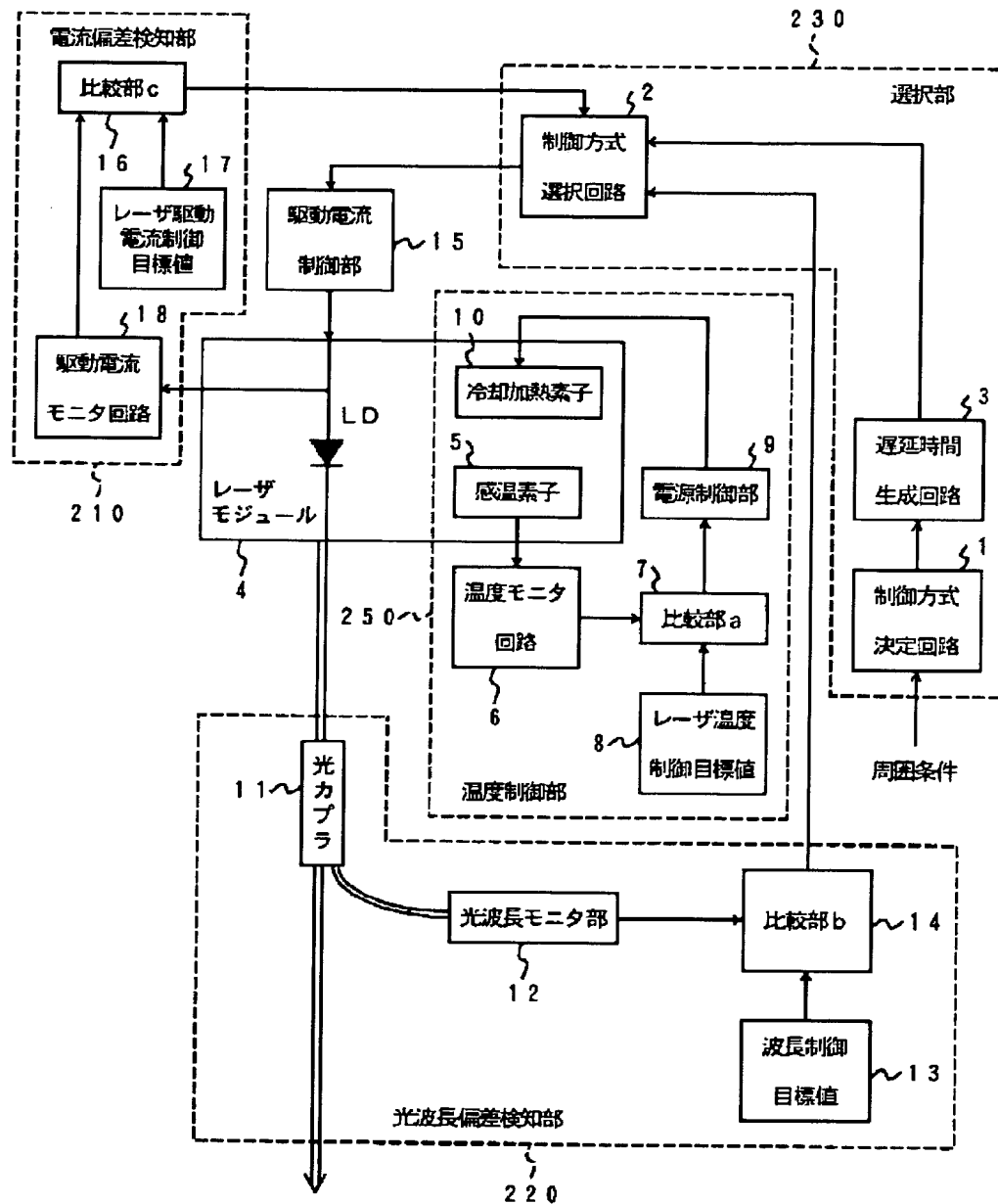
【図6】

図6



【図7】

図 7



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

識別記号

F I

H 0 4 J 14/02